

УДК 616.34-008.64:616-018-073.55

*О.І. Іващук, О.Г. Ушенко, І.С. Давиденко, В.Ю. Бодяка***ОПТИЧНІ ПАРАМЕТРИ ЛАЗЕРНОЇ ПОЛЯРИМЕТРІЇ ТКАНИН ВНУТРІШНІХ ОРГАНІВ ЗА УМОВИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ГОСТРОЇ ОБТУРАЦІЙНОЇ КИШКОВОЇ НЕПРОХІДНОСТІ***Буковинський державний медичний університет, Чернівці*

У даній статті представлено результати дослідження статистичних моментів координатних розподілів інтенсивності мікроскопічних лазерних зображень сироватки крові та тканин внутрішніх органів, за умови експериментально відтвореної моделі гострої обтураційної кишкової непрохідності. Встановлено, що виконання оперативного втручання, направлено на видалення патологічно ураженої ділянки кишки та відновлення прохідності кишкового тракту, призводить до зниження оптичних параметрів розподілу інтенсивності лазерних зображень сироватки крові на першу добу, достовірне зростання на четверту та поступове зниження протягом наступних діб раннього післяопераційного періоду. Найвищі статистичні моменти координатних розподілів інтенсивності лазерних зображень тканин внутрішніх органів відмічено збоку серцево-судинної системи, а наявність прямих кореляційних зв'язків із величиною внутрішньочеревного тиску доводить безпосередній негативний вплив останнього на перебіг даного захворювання.

Ключові слова: гостра обтураційна кишкова непрохідність, статистичні моменти, асиметрія, ексцес, лазерні зображення, внутрішньочеревний тиск.

Гостра обтураційна кишкова непрохідність (ГОКН) є однією із найбільш поширених форм кишкової непрохідності. Незважаючи на значні досягнення сучасної хірургії, у діагностиці та лікуванні даного захворювання, летальність продовжує залишатися високою. Головною причиною таких незадовільних результатів лікування є поліорганна недостатність, розвиток якої безпосередньо пов'язаний із негативним впливом зростаючого внутрішньочеревного тиску (ВЧТ) [3, 7-9].

Останнім часом широкого використання набули методи лазерної спектрофотоляриметрії. Вони ґрунтуються на використанні широкого кола явищ пов'язаних з різними ефектами взаємодії світла із біологічними тканинами, що дає можливість виявити зміни в тканинах органів на молекулярному рівні [5].

Застосування цих методів, при експериментально-відтвореній ГОКН та її оперативному лікуванні, дасть змогу більш об'єктивно визначити ступінь функціональних та патологічних змін у тканинах внутрішніх органів, в ранньому післяопераційному періоді, а також визначити їх взаємозв'язок із величиною внутрішньочеревного тиску.

Мета роботи

Дослідити статистичні моменти координатних розподілів інтенсивності мікроскопічних лазерних зображень сироватки крові та

тканин внутрішніх органів, а також провести кореляційно-регресивний аналіз із величиною внутрішньочеревного тиску, за умови експериментально відтвореної моделі гострої обтураційної кишкової непрохідності.

Матеріал та методи

Експеримент виконано на 20 безпородних собаках, масою 10-12 кг, які розподілені на дві групи – контрольну та основну. Контрольну групу склали 6 абсолютно здорових тварин. Основну групу склали 14 собак, яким змодельовано ГОКН.

Виконання експериментальної роботи проводили згідно із методичними підходами, прийнятими в експериментальній хірургії, та Гельсінського акту гуманного поводження з експериментальними тваринами. Всі оперативні втручання виконувалися під загальним внутрішньовенним знеболенням (тіопенталнатрію 30-40 мг/кг) з дотриманням правил асептики та антисептики. За 20-30 хвилин до наркозу тваринам виконували премедикацію шляхом внутрішньом'язового уведення, залежно від маси тіла, 0,5-1,0 мл 0,1% розчину атропіну та розчину аміназину в дозі 2,5 мг/кг [4, 10].

Моделювання гострої обтураційної тонкокишкової непрохідності здійснювали шляхом перекриття просвіту тонкої кишки (формували заглушку за О.О. Шалімовим), відступив-

ши на 15-20 см від іліоцекального кута. Через чотири доби, коли розвивалася клініка гострої кишкової непрохідності (відмова собаки вживати їжу, блювота застійним вмістом, вздуття живота, відсутність стільця), виконували оперативне втручання – резекція тонкої кишки з формуванням міжкишкового анастомозу по типу “бік у бік”.

Величину внутрішньочеревного тиску (ВЧТ) визначали згідно запатентованої нами методики (Пат. 41873 від 10.06.2009 р.) [6].

Вимірювання оптичної щільності розподілу інтенсивності лазерних зображень тканин людського організму проводили на кафедрі оптики і спектроскопії Чернівецького національного університету ім. Ю. Федьковича. Опромінення проводилося колімованим пучком ($d=10^4$ мкм) He-Ne лазера ($\lambda=0,6328$ мкм). За допомогою поляризаційного освітлювача (чверть хвильова пластинка і поляризатор) формувалися різні стани поляризації освітлюючого пучка. Поляризаційні зображення біологічних тканин формувалися у площині світлочутливої площадки (800×600) CCD камери за допомогою мікрооб'єктива, роздільна здатність якого була достатньою для проведення вимірів у діапазоні розмірів структурних елементів тканин людини 2 мкм – 2000 мкм.

Статистичну обробку отриманих результатів досліджень проведено на персональному комп'ютері з використанням формул із теорії статистики. Оцінювали середні значення асиметрії розподілу інтенсивності лазерних зображень і ексцесу розподілу інтенсивності лазерних зображень сироватки крові (M), їхні стандартні відхилення (m), достовірність статистичних показників (p) за t-критерієм Стьюдента.

Кореляційний аналіз проводили шляхом оцінки параметрів лінійної функції з можливістю визначення лінійного коефіцієнта кореляції Пірсона (r), з метою визначення можливого зв'язку між величиною ВЧТ та статистичними параметрами лазерних зображень тканин внутрішніх органів. Направленість зв'язку визначали за знаком коефіцієнта кореляції, а силу кореляційного зв'язку за наступною шкалою: слабка сила зв'язку – 0-0,29, середня сила 0,3-0,69, та сильна сила кореляційного зв'язку – 0,7-0,99 [2].

Для статистичного оцінювання розподілів випадкових значень інтенсивності I, які харак-

теризують лазерні зображення зразків тканин людського організму, використовували статистичні моменти першого Z_1 , другого Z_2 , третього Z_3 і четвертого Z_4 порядків, що обчислювалися за стандартними MATLAB алгоритмами [11]:

$$Z_1 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |z_i| = \frac{1}{N} (|z_1| + |z_2| + \dots + |z_N|)$$

$$Z_2 = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N z_i^2} = \sqrt{\frac{1}{N} (z_1^2 + z_2^2 + \dots + z_N^2)}$$

$$Z_3 = \frac{1}{N^2} \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N z_i^3 = \frac{1}{Z_2^3} \frac{1}{N} (z_1^3 + z_2^3 + \dots + z_N^3)$$

$$Z_4 = \frac{1}{N^2} \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N z_i^4 = \frac{1}{N^2} \frac{1}{N} (z_1^4 + z_2^4 + \dots + z_N^4)$$

де $N=800 \times 600$ – повна кількість пікселів CCD-камери, яка реєструє лазерне зображення зразку крові.

Результати та обговорення

Наведені результати дослідження в таблиці 1 свідчать, що динаміка статистичних моментів III-IV порядків координатних розподілів інтенсивності мікроскопічних зображень сироватки крові за умови моделювання ГОКН майже однакова, із переважанням статистичного моменту IV порядку, у всі терміни спостереження. На четверту добу, з моменту моделювання ГОКН, показники асиметрії розподілу інтенсивності випромінювання лазерних зображень сироватки крові достовірно зростають в 4,5 раза, а ексцесу – в 9,8 раза. На першу добу, після виконання оперативного втручання, асиметрія та ексцес, які характеризують розподіл інтенсивності лазерних зображень мазків сироватки крові знижуються, причому показники ексцесу майже в 1,7 раза. На 2-4 доби відмічається достовірне зростання статистичних моментів вищих порядків розподілу інтенсивності мікроскопічних лазерних зображень мазків сироватки крові, причому показники асиметрії розподілу інтенсивності випромінювання лазерних зображень сироватки крові перевищують показники 4 доби з моменту моделювання ГОКН. На 5-7 та 8-10 доби післяопераційного періоду спостерігається достовірне зниження показників статистичних моментів III-IV порядків координатних розподілів інтенсивності лазерних зображень сироватки крові.

Таблиця 1.

Статистичні моменти III-IV порядків розподілу інтенсивності випромінювання лазерних зображень сироватки крові собак за умови моделювання гострої обтураційної кишкової непрохідності, у різні терміни спостереження ($M \pm m$)

Термін захворювання		Асиметрія	Ексцес
На момент моделювання ГОКН		$0,1 \pm 0,01$ n=6	$0,32 \pm 0,06$ n=6
4 доба після моделювання ГОКН		$0,45 \pm 0,03$ n=14 p<0,001	$3,12 \pm 0,07$ n=14 p<0,01
Після ліквідації ГОКН	1 доба	$0,42 \pm 0,03$ n=14 p>0,05; p1<0,001; p2>0,05	$1,86 \pm 0,073$ n=14 p<0,001; p1<0,001; p2<0,001
	4 доба	$0,63 \pm 0,04$ n=14 p<0,001; p1<0,001; p2<0,01	$1,98 \pm 0,08$ n=14 p>0,05; p1<0,001; p2<0,001
	7 доба	$0,41 \pm 0,03$ n=7 p<0,01; p1<0,001; p2>0,05	$0,98 \pm 0,1$ n=7 p<0,001; p1<0,001; p2<0,001
	10 доба	$0,18 \pm 0,03$ n=6 p<0,01; p1<0,05; p2<0,001	$0,37 \pm 0,05$ n=6 p<0,01; p1>0,05; p2<0,001

Примітки: n – кількість спостережень; p – порівняно з попереднім показником; p1 – порівняно з показниками на момент моделювання ГОКН; p2 – порівняно з показниками 4 доби з моменту моделювання ГОКН

Отже, виконання оперативного втручання, направлено на видалення патологічно враженої ділянки кишки та відновлення прохідності кишкового тракту, призведе до зниження оптичних параметрів розподілу інтенсивності лазерних зображень сироватки крові на першу добу та достовірно зростання на четверту, де показники асиметрії розподілу інтенсивності лазерних зображень перевищують значення 4-ї доби з моменту моделювання ГОКН.

Таке стрімке зростання показників можна пояснити появою так званого “газового періоду”, що супроводжується різким зростанням

ВЧТ, посиленням больового синдрому, напруженням м'язів передньої черевної стінки. Проведені раніше клінічні дослідження, також свідчать про зростання статистичних моментів координатних розподілів інтенсивності лазерних зображень сироватки крові у дані терміни раннього післяопераційного періоду [1].

Зважаючи на те, що вищезазначені показники оптичних параметрів лазерної поляриметриї сироватки крові на четверту добу, після усунення ГОКН, мають найвищі достовірні показники, нами досліджено статистичні моменти III-IV порядків координатних розподі-

Таблиця 2.

Статистичні моменти III-IV порядків розподілу інтенсивності випромінювання лазерних зображень деяких органів грудної та черевної порожнин на четверту добу після усунення гострої обтураційної кишкової непрохідності ($M \pm m$)

Внутрішні органи	Асиметрія		Ексцес	
	Контрольна група (n=6)	Основна група (n=7)	Контрольна група (n=6)	Основна група (n=7)
Легені	$0,17 \pm 0,03$	$0,87 \pm 0,04$ p<0,001	$0,33 \pm 0,04$	$2,31 \pm 0,1$ p<0,001
Серце	$0,18 \pm 0,03$	$1,81 \pm 0,09$ p<0,001	$0,35 \pm 0,03$	$2,19 \pm 0,11$ p<0,001
Тонка кишка	$0,11 \pm 0,01$	$0,45 \pm 0,05$ p<0,001	$0,32 \pm 0,04$	$2,6 \pm 0,14$ p<0,001
Печінка	$0,14 \pm 0,01$	$0,62 \pm 0,09$ p<0,01	$0,31 \pm 0,04$	$1,89 \pm 0,14$ p<0,001
Права нирка	$0,16 \pm 0,02$	$0,71 \pm 0,08$ p<0,001	$0,36 \pm 0,06$	$2,01 \pm 0,11$ p<0,001
Селезінка	$0,08 \pm 0,01$	$0,59 \pm 0,07$ p<0,001	$0,28 \pm 0,03$	$1,73 \pm 0,11$ p<0,001

Примітки: n – кількість спостережень; p – порівняно з показниками контрольної групи

лів інтенсивності мікроскопічних зображень тканин внутрішніх органів, отриманих під час автопсії тварин на четверту добу раннього післяопераційного періоду.

Аналізуючи результати дослідження наведені у таблиці 2 слід відмітити достовірне зростання показників статистичних моментів вищих порядків розподілу інтенсивності лазерних зображень тканин внутрішніх органів порівняно з контролем. Спостерігається переважання показників асиметрії розподілу інтенсивності випромінювання лазерних зображень тканини серця та ексцесу розподілу інтенсивності випромінювання лазерних зображень тканини легені. Найнижчі показники асиметрії розподілу інтенсивності випромінювання лазерних зображень виявлено у тканині тонкої кишки, а ексцесу – селезінки.

Слід зазначити, що найвищі статистичні моменти координатних розподілів інтенсивності лазерних зображень тканин внутрішніх органів, відмічено збоку серцево-судинної системи, із переважанням показників ексцесу розподілів інтенсивності лазерних зображень.

З метою вивчення негативного впливу внутрішньочеревної гіпертензії на функці-

ональний стан внутрішніх органів, було проведено кореляційно-регресивний аналіз між величиною ВЧТ, четвертої доби раннього післяопераційного періоду ($23,2 \pm 1,27$ мм рт. ст.), та статистичними моментами III-IV порядків розподілу інтенсивності випромінювання лазерних зображень органів грудної та черевної порожнин основної групи тварин.

Аналізуючи результати дослідження, які наведені в таблиці 3, слід зазначити наявність прямих кореляційних зв'язків між величиною ВЧТ та статистичними моментами координатних розподілів інтенсивності лазерних зображень тканин внутрішніх. Це свідчить про безпосередній вплив ВЧТ на ступінь функціональні та патологічні зміни тканин внутрішніх органів, за ГОКН у ранньому післяопераційному періоді.

Зважаючи на те, що найвищі статистичні моменти координатних розподілів інтенсивності лазерних зображень відмічено збоку тканин легень та серця, де встановлено прямі сильні кореляційні зв'язки із величиною ВЧТ, можна припустити найбільш негативний його вплив саме на ці органи. Це потрібно враховувати при лікуванні хворих на дану хірургічну

Таблиця 3.

Значення коефіцієнту кореляційної залежності між величиною внутрішньочеревого тиску та оптичними параметрами лазерної поляриметрії внутрішніх органів, на четверту добу після усунення гострої obturacійної кишкової непрохідності

Внутрішні органи	Статистичні моменти III-IV порядків внутрішніх органів	Внутрішньочеревний тиск (мм рт. ст.)
Легені	Асиметрія	$r=0,939; p=0,05$
	Ексцес	$r=0,809; p=0,05$
Серце	Асиметрія	$r=0,766; p=0,05$
	Ексцес	$r=0,731; p=0,05$
Тонка кишка	Асиметрія	$r=0,737; p=0,05$
	Ексцес	$r=0,833; p=0,05$
Печінка	Асиметрія	$r=0,762; p=0,05$
	Ексцес	$r=0,887; p=0,05$
Права нирка	Асиметрія	$r=0,692; p=0,05$
	Ексцес	$r=0,835; p=0,05$
Селезінка	Асиметрія	$r=0,702; p=0,05$
	Ексцес	$r=0,758; p=0,05$

патологію у ранньому післяопераційному періоді.

Висновки

За експериментально відтвореної гострої обтураційної кишкової непрохідності відмічаються найвищі статистичні моменти координатних розподілів інтенсивності лазерних зображень сироватки крові, із переважанням показників ексцесу розподілів інтенсивності лазерних зображень, які після відновлення прохідності кишкового тракту поступово знижуються, проте має місце достовірне їх зростання на четверту добу раннього післяопераційного періоду.

Найвищі статистичні моменти координатних розподілів інтенсивності лазерних зображень тканин внутрішніх органів, відмічено збоку серцево-судинної системи, із переважанням показників ексцесу розподілів інтенсивності лазерних зображень.

Наявність прямих кореляційних зв'язків сильної сили між статистичними моментами III-IV порядків координатних розподілів інтенсивності лазерних зображень тканин внутрішніх органів та величиною внутрішньочеревного тиску доводить безпосередній вплив останнього на перебіг гострої обтураційної кишкової непрохідності.

ОПТИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ЛАЗЕРНОЙ ПОЛЯРИМЕТРИИ ТКАНЕЙ ВНУТРЕННИХ ОРГАНОВ ПРИ УСЛОВИИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ОСТРОЙ ОБТУРАЦИОННОЙ КИШЕЧНОЙ НЕПРОХОДИМОСТИ

А.И. Иващук, А.Г. Ушенко, И.С. Давиденко, В.Ю. Бодяка

В данной статье представлено результаты исследования статистических моментов координатных распределений интенсивности микроскопических лазерных изображений сыворотки крови и тканей внутренних органов, при условии экспериментально созданной модели острой обтурационной кишечной непроходимости. Установлено, что выполнение оперативного вмешательства, направленного на удаление патологически пораженного участка кишки и восстановление проходимости кишечного тракта, приводит к снижению оптических параметров распределения интенсивности лазерных изображений сыворотки крови на первые сутки, достоверное возрастание на четвертые и постепенное снижение на протяжении всего раннего послеоперационного периода. Наивысшие статистические моменты координатных распределений интенсивности лазерных изображе-

ний тканей внутренних органов, отмечено со стороны сердечно-сосудистой системы, а наличие прямых корреляционных связей с величиной внутрибрюшного давления доказывает непосредственное негативное влияние последнего на протекание данного заболевания.

Ключевые слова: острая обтурационная кишечная непроходимость, статистические моменты, асимметрия, эксцесс, лазерные изображения, внутрибрюшное давление.

OPTICAL PARAMETERS OF INNER ORGANS TISSUE LASER POLARIMETRY UNDER CONDITIONS OF EXPERIMENTAL SIMULATION OF ACUTE OBTURATION INTESTINAL OBSTRUCTION

O.I. Ivashchuk, O.H. Ushenko, I.S. Davydenko, V.Yu. Bodyaka

This article presents the results of statistical research of intensity coordinate distribution of microscopic laser images of blood plasma and inner organs tissue under conditions of experimental simulation model of acute obturation intestinal obstruction. It has been established that surgical removal of affected intestine part and restoration of intestinal patency results in decrease of optical parameters of blood plasma laser images intensity on the first day, evident intensity increase on the fourth day and gradual intensity decrease within the following early postoperative period. The highest statistical indices of coordinate distribution of inner organs tissue laser images intensity were registered in case of cardiovascular system; existence of its direct correlation to intra-abdominal pressure at the same time is evidence of direct negative influence on the clinical course.

Key words: acute obturation intestinal obstruction, statistical indices, asymmetry, excess, laser images, intra-abdominal pressure.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бодяка В.Ю. Зміна оптичних параметрів лазерної поляриметрії тканин людського організму за гострої обтураційної кишкової непрохідності / В.Ю. Бодяка // Харківська хірургічна школа. – 2010. – № 5. – С. 12-17.
2. Вороненко Ю.В. Соціальна медицина та організація охорони здоров'я: [підручник] / Ю.В. Вороненко. – Тернопіль: Укрмедкнига, 2002. – 332 с.
3. Курбонов К.М. Синдром інтраабдоминальної гіпертензії при толстокишечній непроходимості / К.М. Курбонов, Д. Сабуллоєв, Х.Ю. Шарипов // Харківська хірургічна школа. – 2009. – № 2.2 (34). – С. 52-53.
4. Лабораторні тварини в медико-біологічних експериментах: метод. посібн. / В.П. Пішак, В.Г. Висоцька, В.М. Магальс [та інш.]. – Ч.: Медуніверситет, 2006. – 350 с.
5. Лазерна поляризаційна морфологія біологічних тканин: статистичний і фрактальний підходи / О.Г. Ушенко, В.П. Пішак, О.В. Ангельський, Ю.О. Ушенко. – Чернівці: Колір-Друк, 2007. – 341 с.
6. Пат. 41873 Україна, МПК А 61 В 5/02. Спосіб вимірювання внутрішньочеревного тиску / Иващук О.І., Бодяка В.Ю.; заявник та патентовласник Буковинсь-

- кий державний медичний університет. – № 200900684; заявл. 30.01.09; опубл. 10.06.09, Бюл. № 11.
7. Хірургічна тактика при гострій непрохідності товстого кишечника / Ю.Б. Куцик, Ю.Д. Криницький, Ю.І. Довганик // Харківська хірургічна школа. – 2009. – № 3 (34). – С. 33-38.
 8. Долишний В.Н. Внутрибрюшное давление при острой тонкокишечной непроходимости / В.Н. Долишний, М.Ю. Шигаева // Вестник хирургии. – 2007. – № 5. – С. 32-38.
 9. Курбонов К.М. Синдром интраабдоминальной гипертензии при толстокишечной непроходимости / К.М. Курбонов, Д. Сабуллоев, Х.Ю. Шарипов // Харківська хірургічна школа. – 2009. – № 2.2 (34). – С. 52-53.
 10. Шалимов А.А. Руководство по экспериментальной хирургии / А.А. Шалимов, А.П. Радзиховский, Л.В. Кейсевич. – М.: Медицина, 1989. – 272 с.
 11. Ushenko A.G. Laser Polarimetry of Biological Tissue Principles and Applications / A.G. Ushenko, V.P. Pisshak // Coherent-Domain Optical Methods. Biomedical Diagnostics, Environmental and Material Science. – 2004. – P. 67-69.

Стаття надійшла 15.03.2011